

**Univerzita Karlova**

**Přírodovědecká fakulta**

Studijní program: Geologie

Studijní obor: Praktická geobiologie



**Veronika Veselá**

Přehled fosilních mechorostů křídý a terciéru Českého masivu

Overview of the fossil bryophytes of the Cretaceous and Tertiary of Bohemian Massif

Bakalářská práce

Vedoucí práce: prof. RNDr. Zlatko Kvaček, DrSc.

Konzultant: doc. RNDr. Jakub Sakala, Ph.D.

Praha 2017

### **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze 19. 5. 2017

.....  
Veronika Veselá

## **Poděkování**

První v řadě osob, jimž vděčím za svou práci, stojí samozřejmě můj školitel pan prof. RNDr. Zlatko Kvaček, DrSc. a konzultant doc. RNDr. Jakub Sakala, Ph.D. Děkuji nejen za to, že se uvolili mou práci vést a konzultovat, ale že tu pro mne vždy byli, vždy ochotně pomohli a vždy byli ochotni přispět cennou radou.

Za ochotu, vstřícnost a milou výpomoc vděčím i paní RNDr. Marcele Svobodové, CSc., která mi ochotně poskytla své články týkající se palynologických nálezů, a panu RNDr. Zdeňkovi Soldánovi, CSc., který mne v posledním roce provedl problematikou recentní bryologie a pomohl s korekturou druhé kapitoly této práce.

Děkuji i paní doc. RNDr. Kataríně Holcové, CSc., garantce našeho oboru, bez níž bych se jen těžko dostala tam, kde teď jsem, a panu doc. RNDr. Petrovi Kraftovi, CSc., který mne vůbec jako první přivedl na myšlenku zabývat se fosilními mechy.

Na závěr, ale určitě ne o nic méně než ostatním, děkuji celé své rodině za poskytnutí vhodných studijních podmínek. Děkuji i spolužačkám a přátelům, kteří mne vždy motivovali, pomáhali a byli tu pro mne v nejvyšších nouzích.

## Abstrakt

Bakalářská práce shrnuje poznatky týkající se dosud popsanych a publikovaných nálezů mechorostů z období křídý a terciéru na území Českého masivu. Obsahuje kapitolu se současnými poznatky ohledně taxonomie a životních strategií mechorostů, sloužící k přiblížení studované skupiny. Část je věnována stručné charakteristice geologických podmínek lokalit se známými nálezy fosilních mechorostů, které jsou situovány především v Českém středohoří, české křídové pánvi a českobudějovické pánvi. Pro příklad a porovnání uvádím i dvě lokality ve Vnějších Západních Karpatech. Ve studovaných zdrojích byly dosud určeny jen dvě játrovky (*Notothylacites filiformis* a *Riccia* cf. *fluitans*) a několik málo mechů (např. *Hypnum heppii*, *Muscites* sp.), jejichž přesná klasifikace je díky nedostatečnému zachování většiny nálezů zatím neúspěšná. Práce má čistě rešeršní charakter a slouží jako základ pro další výzkum a studium.

*Klíčová slova: mechorosty, česká křída a třetihory, rešerše*

## Abstract

The bachelor thesis summarizes the findings about previously described and published findings of bryophytes from the period of Cretaceous and Tertiary on the territory of the Bohemian Massif. It contains a chapter with current knowledge of taxonomy and life strategies of bryophytes, used to approach the studied groups. Part of the thesis is dedicate to the brief characteristics of the geological settings of locations with known findings of fossil bryophyte. Those locations are situated mainly in the České středohoří Mountains, the Bohemian Cretaceous Basin and the Českobudějovická Basin. For example and comparison are involved also two locations from Outer Western Carpathian. There are only two liverwort species (*Notothylacites filiformis* and *Riccia* cf. *fluitans*) and a few mosses (*Hypnum heppii*, *Muscites* sp.) described so far. Because of partial preservation of most of the findings any detailed systematical attribution remains ambiguous. The thesis has purely review character and is supposed to become a basis for further research and study.

*Key words: Bryophyta, Czech Cretaceous and Tertiary, review*

## Obsah

1.	ÚVOD .....	6
2.	MECHOROSTY .....	7
1.1.	Postavení v systému.....	7
1.2.	Životní cyklus .....	8
1.3.	Životní strategie .....	10
3.	GEOLOGICKÁ CHARAKTERISTIKA ÚZEMÍ .....	12
3.1.	Křída na území ČR .....	12
3.1.1.	Západní Karpaty: Slezská jednotka .....	13
3.1.2.	Česká křídová pánev: Lom Pecínov .....	13
3.1.3.	Českobudějovická pánev: Řídká Blana u Zlivu.....	14
3.2.	Terciér na území Českého masivu.....	14
3.2.1.	Terciér Českého středohoří .....	15
3.2.2.	Františkovy Lázně, Chebská pánev .....	16
4.	ZPŮSOB ZACHOVÁNÍ MECHOROSTŮ VE FOSILNÍM ZÁZNAMU .....	17
4.1.	Mechorosty jako horninotvorné organismy.....	17
4.1.1.	Travertin .....	18
4.1.2.	Rašelina .....	18
4.2.	Izolované makroskopické nálezy.....	19
4.3.	Spory.....	19
5.	PŘEHLED NÁLEZŮ FOSILNÍCH MECHOROSTŮ .....	20
5.1.	Křídové nálezy spor mechů .....	21
5.2.	Křídové makroskopické nálezy jätrovek .....	22
5.3.	Terciérní makroskopické nálezy mechů .....	22
5.4.	Terciérní makroskopické nálezy jätrovek.....	24
6.	ZÁVĚR.....	25
7.	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....	27

## 1. ÚVOD

Nálezy fosilních mechorostů na území Českého masivu jsou sice poměrně hojné, ale jen velmi málo prozkoumané. Díky špatnému či neúplnému zachování většiny stélek je přesná taxonomie obtížná a studium této skupiny se u nás díky tomu netěší takové oblibě jako jiné, paleontologicky a stratigraficky významnější skupiny organismů.

Recentní mechorosty jsou poměrně významnou součástí ekosystémů. Jsou považovány za velmi citlivé bioindikátory a jejich druhové složení ve společenstvu odráží klimatické, ale i geologické podmínky vybrané lokality. Vzhledem ke stálosti vývoje této skupiny, která se od ostatních suchozemských rostlin oddělila již v raných stádiích vývoje života na souši, lze do jisté míry obdobné vlastnosti předpokládat i u fosilních zástupců. Jejich další studium by tak mohlo nejen ucelit obraz křídové a terciérní flóry na našem území, ale na základě předpokládané podobnosti s recentními druhy by mohla skupina najít využití i v paleoekologii, paleoenvironmentalistice či paleogeografii.

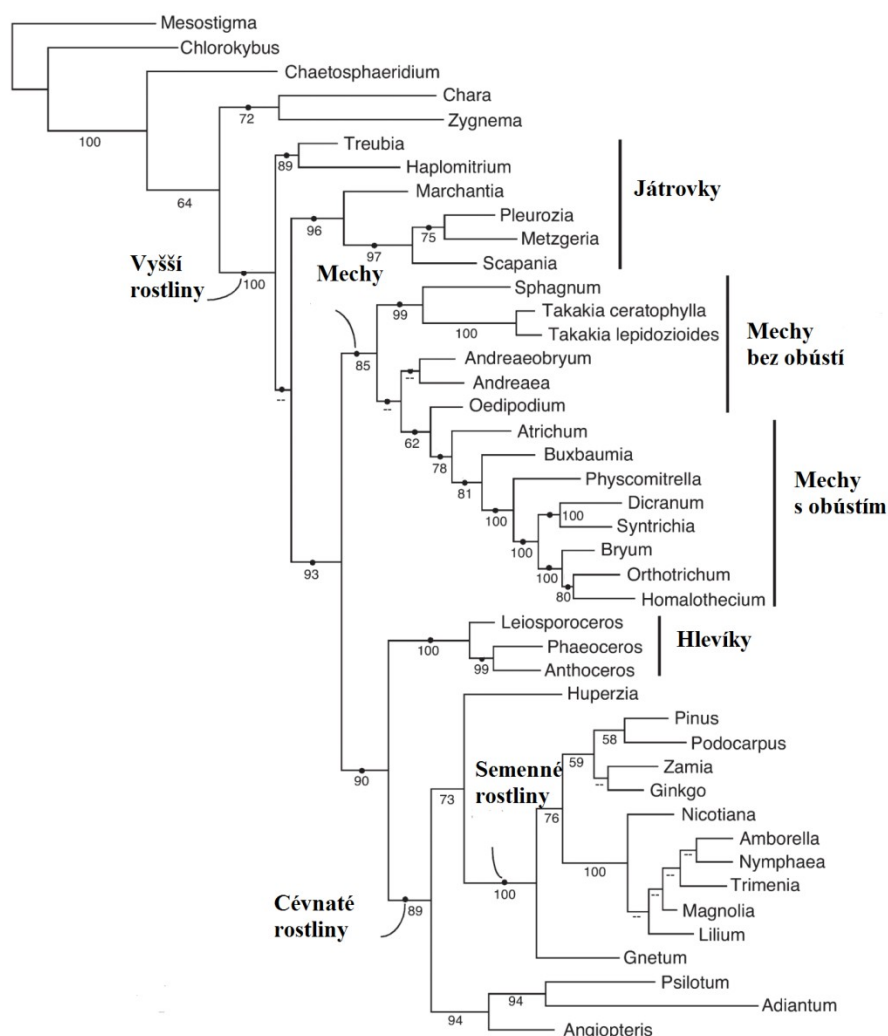
Cílem předkládané bakalářské práce je sumarizace dosud zjištěných a publikovaných dat týkajících se právě popsaných nálezů mechorostů z období křídý, paleogénu a neogénu na našem území. Má čistě rešeršní charakter a může sloužit jako odrazový můstek pro další výzkum a studium nejen zde popsaných vzorků, ale i jiných dosud nezkoumaných fosilních zbytků.

Na celkem devíti zkoumaných lokalitách (Lom Štramberk-Kotouč a Obecní Lom u Štramberka ve Vnějších Západních Karpatech, Lom Pecínov v české křídové pánvi, Řídká Blana v českobudějovické pánvi, Vrch Hrazený, Bechlejovice v Děčíně, Kundratice na Litoměřicku, Suletice-Berand na území Českého středohoří a okolí Františkových Lázní v chebské pánvi) byly dosud přesně určeny pouhé dvě játrovky a několik mechů, jejichž klasifikace není dosud ustálena.

## 2. MECHOROSTY

### 1.1. Postavení v systému

Molekulární fylogeneze sestavená na základě analýzy 17 genů ukazuje, že všechny tři skupiny mechorostů, tj. játrovky, hlevíky a mechy, jsou nejprimitivnější vyšší rostliny, které se vyvíjely jako tři samostatné linie, vedoucí až k recentním cévnatým rostlinám (Tracheophyta). Jde tedy o heterogenní polyfyletickou skupinu spadající do podříše vyšších rostlin (Embryophyta). Dle těchto analýz byly játrovky určeny jako sesterská skupina k větvi, z níž se dále vyčlenily mechy (jako samostatná skupina) a větev zahrnující sesterské skupiny hlevíky a cévnaté rostliny (obr. 1) (Chang & Graham 2011).



**Obrázek 1:** Schéma znázorňující postavení mechorostů v systému vyšších rostlin (Chang & Graham 2011, upraveno)

## 1.2. Životní cyklus

Životní cyklus všech vyšších rostlin (mechorostů i cévnatých rostlin) je založen na střídání dvou rozličných stádií, gametofytu a sporofytu. Gametofyt, tedy gamety produkující stadium, je fotoautotrofní a haploidní, což znamená, že obsahuje jen jednu sadu chromozomů v každé své buňce. Oproti tomu sporofyt je diploidní stadium, tedy má dvě sady chromozomů a za pomoci meiózy (redukčně buněčného dělení) produkuje v procesu, který dělí diploidní chromozomy na dva, spory. Haploidní spory pak vyklíčí v pohlavní haploidní gametofyt, který produkuje samčí (pelatky či anteridia) a samičí (zárodečníky či archegonia) pohlavní orgány. Z jejich splnutí pak vzniká nový sporofyt a cyklus se uzavírá (Graham 1985).

V životním cyklu mechorostů je tedy zcela dominantní gametofytní stadium, na němž, s trochou nadsázky lze říci až parazitickým způsobem, vyrůstá zcela nesamostatný sporofyt (Coelho *et al.* 2007).

Za vhodných podmínek vyklíčí spory v protonema, neboli prvoklíček. Ve většině případů se jedná o pomíjivý vláknitý bohatě větvený povlak, rozrůstající se u některých mechů do plochy až několika cm<sup>2</sup>. Teprve z protonematu rostou pravé gametofytní stélky zvané gametofory (Němejc 1963). V případě mechů a některých jätrovek jde obvykle o celé trsy gametoforů (pozn.: spora, protonema a gametofor, tj. stélka s pohlavními orgány, tvoří dohromady gametofyt). Gametofytní stélka je obvykle rozdělena na několik základních dílčích orgánů: rhizoidy, kauloid a fyloidy. Rhizoidy, zvané také přichytná vlákna, slouží výhradně k uchycení rostlinky v substrátu. Kauloid neboli lodyžka odpovídá svou funkcí lodyze cévnatých rostlin, podobně jako fyloidy, česky nazývané jednoduše lístky, plní stejné funkce jako listy ostatních vyšších rostlin. Takto členěné stélky se nazývají foliózní, neboli listnaté. Pokud má gametofor podobu lupene nebo růžice, či je jakkoli redukovaný a přeměněný, hovoříme o stélce frondózní, neboli lupenité.

Anteridia, tedy samčí pohlavní orgány vznikající na gametoforu, jsou mnohobuněčné stopkaté orgány kulovitého až vejčitého tvaru obalené sterilními buňkami. Lahvicovitě tvarovaná samičí archegonia ukrývají jedinou vaječnou buňku, která je opět chráněna sterilními buňkami. Jak samčí, tak samičí pohlavní orgány bývají kryté obalnými lístky, které u některých druhů jätrovek mohou srůstat a tvořit různé druhově specifické útvary zvané perianthy. U některých jätrovek jde o významný taxonomický znak.

K oplození vaječné buňky spermatozoidy je nutná přítomnost vody. Obvykle však stačí v podobě slabého deště, padající rosy nebo dokonce jen extrémně zvýšené vzdušné



vlhkosti. Splynutím pohlavních buněk vzniká diploidní zárodek, ze kterého později vyrůstá pomíjivý nepohlavní sporofyt.

Klasický sporofyt sestává z tobolky nesené různě dlouhým a pevným štětem. Tobolka bývá často chráněná kalyptrou, tedy čepičkou tvořenou zbytky stěny archegonia. Tobolky mechů se otevírají víčkem s různým počtem zubů (vždy v počtu  $2^n$ , nejčastěji 4, 8, 16 a 32). Tobolka játrovek puká obvykle čtyřmi chlopněmi, zatímco tobolka hlevíků dvěma štěrbinami. Z archesporu se uvnitř tobolky tvoří haploidní výtrusy (Kalina & Váňa 2005), které za vhodných vlhkostních a světelných podmínek klíčí v nové protonema. Všeobecně platí, že čím vyšší vlhkost prostředí, tím delší vzdálenosti jsou spory schopné překonat, a k o to většímu růstu kolonie může dojít (Bennet 1965).

Jednotlivým stádiím životního cyklu mechorostů se ve své práci začal věnovat Grimme (1903), který po dlouhodobém pozorování popsal přes 200 druhů mechorostů jednoho regionu. Veškeré studie zabývající se stadii životního cyklu se nazývají „Fenologické studie“ a fungují na principu odběru vzorků populací z jejich přirozeného prostředí. Odběr se provádí pravidelně, po dobu minimálně jednoho roku (Stark 2002). Pro pochopení celkového koloběhu a možnosti jeho užití i pro jiné účely, než je popis konkrétních druhů, rozdělil Forman (1965) životní cyklus do dvanácti základních, morfologicky jasně odlišitelných fází:

Embryonální čepička (Embryonic calyptra)

Štět s čepičkou (Seta with calyptra)

Zelená tobolka s čepičkou (Capsule green with calyptra)

Tobolka s víčkem a postmeiotické dělení (Capsule operculate and post-meiotic operculate)

Tobolka bez víčka (Capsule de-operculate)

Vypouklé stěny spor (Spore wall bulging)

Protonema (Protonema)

Protonema s pupeny (Bud on protonema)

Mladá lodyžka (Juvenile stem)

Mladé gametangium (Juvenile gametangium)

Antheridium (Antheridium)

Archegonium (Archegonium)

Často u mechorostů hraje důležitější roli než samotný pohlavní cyklus nepohlavní rozmnožování. Důležité je především v místech s nestálými podmínkami životního prostředí, v případě náhlé změny, či nečekaného zásahu do krajiny (Graham 1985). Nepohlavní

rozmnožování probíhá například fragmentací stélky nebo fragilních lístků, nebo za pomoci sekundárního protonematu, gem (množilek) a podobně.

Ve výsledku jsou tedy mechorosty „typickými haplo-diplonty s heteromorfskou rodokmenovou“ (Kalina & Váňa 2005).

### 1.3. Životní strategie

Na základě reakcí na výkyvy v životním prostředí, růstových forem a rozmnožovacích strategií, rozdělil During (1979) mechorosty do šesti kategorií.

Jednotlivé životní formy popsal poprvé Gimingham & Birse (1957). Protože česká terminologie není ještě zcela ustálena, uvádím životní formy v angličtině. České překlady přebírám z bakalářské práce Reitschmiedové (2012).

#### (1) Kočovníci (Fugitives)

Kočovné formy mechorostů jsou zpravidla efemerní, tedy krátkodobé nebo jednoleté. Většinu své energie věnují vývoji sporofytu. Ten produkuje velké množství drobných (méně než 20  $\mu\text{m}$ ) spor. Asexuální forma rozmnožování není u těchto forem obvykle vůbec vyvinuta.

Vzhledem k množství, odolnosti a dlouhé životnosti spor, které jsou ideální k transportu na větší vzdálenosti, najdeme kočovné formy mechorostů především na stanovištích s nepředvídatelnými a nestálými podmínkami. Jde tedy o nestálé, pomíjivé druhy, které jsou úspěšné v osidlování nových, vyprázdněných či pomíjivých stanovišť. Životní formou většiny kočovníků jsou open turfs (otevřené trávníky). Typickým zástupcem této skupiny jsou *Funaria hygrometrica* a *Marchantia polymorpha* (Joenje & During 1977).

#### (2) Kolonisté (Colonists)

Kolonisté jsou roční až máloleté mechorosty nejčastěji rostoucí ve formách short turfs (krátkých trávníků) či open turfs (otevřených trávníků), nebo thalloid mats (stélkatých podložek). Typické je pro ně vysoké reprodukční úsilí. V raných životních stádiích upřednostňují nepohlavní způsob rozmnožování, a až později, ve stáří jednoho až tří let, přechází k sexuálnímu způsobu. Produkují mnoho drobných (max. do 20  $\mu\text{m}$ ) vytrvalých spor, které jsou schopny transportu na delší vzdálenosti.

Spolu s kočovnými druhy osidlují nová, případně obnovená stanoviště a řadí se tak mezi pionýrská společenstva. Kolonistické druhy jsou více konkurence-schopné a na

stanovištích přežijí i několik generací. Typickými zástupci kolonistů jsou *Bryum argenteum*, *Barbula convoluta*, nebo *Riccardia* spp. (Joenje & During 1977).

### (3) Roční člunkaři (Annual shuttle species)

Tato skupina mechorostů vyskytujících se nejčastěji ve formách open turfs (otevřených trávníků) nebo thalloid mats (stélkatých podložek) zahrnuje především efemerní druhy s vysokou frekvencí produkce sporofytu. Spory jsou obvykle 20 – 50 µm velké, výjimečně mohou dosahovat až 200 µm. Asexuální způsob rozmnožování obvykle není vyvinut.

Roční člunkaři jsou typičtí pravidelným objevováním se na jednom stanovišti, kde během nepříznivých období přetrvávají v podobě spor. Nejčastějšími stanovišti jsou místa podléhající pravidelné sezonalitě, která vytvoří dostatečně humidní a nutričně bohaté prostředí, jakými jsou například stezky živočichů, strniště, sekané louky, trávníky apod. Nejtypičtějšími zástupci jsou *Physcomitrium pyriforme* a *Phascum cuspidatum* (Joenje & During 1957).

### (4) Krátkodobí člunkaři (Short lived shuttle species)

Krátkodobí člunkaři osidlují na rozdíl od předchozích skupin trvalejší habitaty, na kterých zůstávají i několik let. Z toho důvodu obvykle nepotřebují asexuální rozmnožování, ale většinu své energie soustředí na vývoj sporofytu. K první produkci spor o velikosti 25 – 50 µm dochází po dvou až třech letech života.

Všichni zástupci, mezi které patří např. *Bryum angustirete*, *Bryum marratii*, nebo *Pottia heimii* (Joenje & During 1977) rostou ve formě short turfs (krátkých trávníků) nebo méně často thalloid mats (stélkatých podložek).

### (5) Perenující člunkaři (Perennial shuttle species)

Perenující člunkaři upřednostňují asexuální reprodukci, k níž dochází asi v jednom až dvou letech stáří stélky. Produktem jsou velké spory produkované v poměrně malém množství. Pohlavním rozmnožováním, je-li v životním cyklu přítomno, vzniká malé množství spor o velikosti 25 – 200 µm. Spory jsou poměrně velké a těžko transportovatelné. Druhy v této skupině jsou zpravidla vytrvalé, dlouhověké a odolné. Patří sem například většina epifytů.

Většina mechorostů v této skupině se vyskytuje ve formě cushions (polštářů), rough mats (kotrbatých podložek) nebo smooth mats (hladkých podložek), či tarfs (trávníků). Mezi typickými zástupci jsou například *Leucodon sciuroides*, *Antitrichia curtipendula*, nebo v tropech rostoucí *Dicnemon* spp.

#### (6) Perenující vytrvalci (Perennial stayers)

Mezi perenující vytrvalce se řadí vytrvalé druhy osidlující habitaty až v klimaxovém stadiu jejich vývoje. Jejich stélky mohou přežít až několik desetiletí, a proto nemají potřebu tak časté reprodukce, jako všechny předchozí skupiny. V případě lokální potřeby dochází k produkci drobných (max. 20 µm) spor.

Typickým prostředím pro tuto skupinu jsou mokřady, rašeliniště a jiné vlhké substráty. Zde se vyskytují především v podobě wefts (útků), dendroids (keříčků), mats (podložek), nebo cushions (polštářů). Mezi zástupce patří například *Sphagnum* spp., *Brachythecium* spp., *Leucobryum glaucum*, nebo *Eurhynchium praelongum* (Joenje & During 1977).

### 3. GEOLOGICKÁ CHARAKTERISTIKA ÚZEMÍ

#### 3.1. Křída na území ČR

Počátek křídý na území Českého masivu byl ovlivněn tektonickými zlomy v oblasti současné jihozápadní hranice České republiky. Vlivem těchto procesů došlo k opětovnému výzdvihu centrální části masivu.

Nejvýznamnějším křídovým útvarem na našem území je česká křídová pánev. Ve spodním cenomanu zde docházelo k ukládání sladkovodních sedimentů, které pak v období cenomanské transgrese překryly sedimenty vyzdvihujícího se moře. Mimo jiné i následkem sub-hercynské tektonické aktivity pak během santonu moře opět ustoupilo. Podklad křídových sedimentů zde tvoří především horniny proterozoického až paleozoického stáří (na jihovýchodě pánve se zřídka najde i podloží jurských sedimentů). Jde o největší dochovaný sedimentační prostor na našem území, jehož současná rozloha je asi 14 600 m<sup>2</sup>. Díky značné komplikovanosti především cenomanského vývoje pánve zde můžeme najít sedimenty říční, mořské, přílivové a lagunární, které jsou různého zabarvení i zrnitosti (Malkovský 1987).

Česká křídová pánev je dělena na osm litografických jednotek: perucko-korycanské, bělohorské, jizerské, teplické, březenské a merboltické souvrství. Z hornin zde nalezneme kvádrové pískovce, slínovce, jílovité vápence a vápnité jílovce (Čech 2011).

V jižní části moldanubika jsou ve dvou pánvích, českobudějovické a třeboňské, uchovány říční sedimenty středního až svrchního santonu. Svrchnokřídové flyšové série můžeme najít i na jihovýchodním okraji Českého masivu, v oblasti Vnějších Západních Karpat (Malkovský 1987).

### 3.1.1. Západní Karpaty: Slezská jednotka

Slezská jednotka je sice součástí komplexu Vnějších Západních Karpat, ale pro uvedení příkladu rozšíření a diverzity fosilních mechorostů jsem do své práce zařadila i tamní nálezy. Na některých územích prostupuje subslezský příkrov, nebo sedimenty miocénní výplně Karpatské předhlubně. Horniny slezské jednotky jsou jurského až oligocenního stáří (Svobodová *et al.* 2011). Celá jednotka je tvořena především pelity prostoupenými s pískovci a konglomeráty, které také obsahují oblázky nebo valouny štramberských pískovců. Štramberské pískovce jsou pozůstatkem někdejšího útesového komplexu ze svrchní jury, zatímco okolní sedimenty, z nichž níže popsané vzorky mikrofosilií pochází, jsou stáří albského až cenomanského (Svobodová *et al.* 2002).

Vzorky pochází ze dvou nalezišť, z nichž každé je součástí jiného tělesa (obr. 2).

#### 3.1.1.1. Lom Štramperk – Kotouč

Okolí vrchu Kotouč je tvořeno především Štramberskými pískovci. Sporomorfy a ostatní mikrofosilie z této lokality jsou zachovány ve vrstvách tmavě šedých, šedo zelených, nebo černých pelitických sedimentů, které vyplňují trhliny a dutiny v pískovcích.

#### 3.1.1.2. Obecní lom

Tmavě šedé jílovce opět z výplně štramberských vápenců, které jsou zde v podobě několika na sobě nezávislých konglomerátů. Na lokalitě se nachází dobře zachovalé společenstvo foraminifer a jen velmi málo nálezů vápnitých nanofosilií, včetně spor některých mechorostů (Svobodová *et al.* 2011).

### 3.1.2. Česká křídová pánev: Lom Pecínov

V lomu Pecínov, který leží asi 40 km západně od Prahy (obr. 2) a slouží k těžbě žáruvzdorných lupků a kaolinitů, je odkryt profil se sérií říčních až estuarinních sedimentů perucko-korycanského souvrství (Kvaček *et al.* 2006). Cenomanská série o mocnosti asi 35 m

byla rozdělena na pět dílčích jednotek navzájem oddělených záplavovými sedimenty (Uličný & Špičáková 1996).

Zastoupení cenomanské flóry, mezi níž se vyskytují i palynologické nálezy mechorostů, pochází z jednotky 3, sestávající ze supratidálních až mangrovových sedimentů. Tato jednotka o mocnosti 3 až 3,5 m je při bázi tvořena šedými kalovci bohatými na pyrit, které ve svrchnějších polohách přechází v kanálové výplně (Kvaček *et al.* 2006), jimiž sem pronikají i sedimenty ze čtvrté jednotky. Celou jednotku překrývají karbonské kalovce sestávající z kompaktně nahloučených rostlinných fosilních zbytků (Uličný *et al.* 1997).

### 3.1.3. Českobudějovická pánev: Řídká Blana u Zlivu

Vzorky z této lokality pocházejí z jíloviště sloužícího ke svozu materiálu kámen zpracující továrny ve Zlivu. Lesní komplex, v němž je jíloviště situováno, se nazývá Řídká Blana (obr. 2). Obnažený profil sestává z různě mocných vrstev kaolinických pískovců proložených vrstvami pestře zabarvených jílových hornin. Senonské (tj. z období zahrnující coniak, santon, campan a maastricht) žáruvzdorné jíly, z nichž nalezené vzorky pochází, jsou nejvyšší křídovou vrstvou tohoto profilu. Na nich se nachází vrstva železitých či silicifikovaných třetihorních konglomerátů o mocnosti až 2,5 metru (Němejc & Kvaček 1975).

### 3.2. Terciér na území Českého masivu

Podoba českého masivu v období terciéru byla utvářena především alpínskou orogenezí. Vyzdvihující se příkrovy východních Alp a severních Karpat způsobily překrytí jižních částí masivu. Na úkor náhlého poklesu této oblasti, k němuž došlo díky novému zatížení, došlo k vyzdvížení alpínsko-karpatské předhlubně. Další vývoj byl ovlivněn především tektonickým pětím, jehož přímým důkazem je vznik zlomů, příkopových propadlin a především vulkano-tektonické zóny (ohárecký rift/zlom) svrchního paleogénu a neogénu (Malkovský 1987).

Vulkanická aktivita podél oháreckého riftu začala ve svrchním oligocénu a pokračovala až do období pleistocénu. Jedním z důsledků této činnosti je i výskyt termálních pramenů v českém masivu (Schröder 1987). Podél tohoto zlomu vzniklo přes 400 km dlouhé pásmo pánví, vyplněných z většiny miocénním klastickým materiálem. Od západu

k východu to jsou: chebská pánev, sokolovská pánev, severočeská mostecká pánev a žitavská pánev. Okolí bylo výrazně ovlivněno i stratovulkánem Doupovských hor.

Mořské sedimenty Karpatské předhlubně překryly ve spodním miocénu jihovýchodní část Českého masivu. Hloubka těchto sedimentů je maximálně 1000 metrů. Vídeňská pánev, vyzdvižená alpskými a karpatskými příkrovy, dosahuje hloubky až pěti kilometrů. Vyplňují ji především mořské, brakické i sladkovodní sedimenty miocenního až pliocenního stáří (Malkovský 1987).

### 3.2.2. Terciér Českého středohoří

#### 3.2.2.1. Vrch Hrazený, Knížecí u Šluknova

Vrch Hrazený leží asi čtyři kilometry jihovýchodně od Šluknova (obr. 2), na periferii magmatického komplexu Českého středohoří. Je nejvyšším (608 m. n. m.) vrcholem Šluknovské pahorkatiny (Kvaček *et al.* 2015).

Podle Knoblocha (1958) jsou jednotlivé vrstvy této lokality nakloněny směrem k centru pánve, a to až v úhlu 50°. Spodní vrstvu tvoří jemnozrné zeleno hnědé tufitové jíly, na nichž leží vrstvy rozličných jílu proložené ložisky pískovcových a jílovitých diatomitů. Mimo jiné se zde nachází i černá, asi 20cm mocná vrstva, jejíž materiál je označován za nekvalitní lignit. Nejvíce fosiliferní jsou načervenalé až nahnědlé diatomické vrstvy o maximální mocnosti pěti metrů, překryté bazaltovými a tefritickými lávovými proudy. Na základě charakteristických nálezů flóry i výsledků radiometrických měření je tato lokalita řazena do spodního oligocénu (Bellon *et al.* 1998).

#### 3.2.2.2. Bechlejovice v Děčíně

Lokalita je situována v severních Čechách (obr. 2), v oblasti oháreckého riftu. Leží ve vulkanickém pásmu, které sahá od oblasti Mostu, přes Ústí nad Labem a Děčín až k České Lípě. Jedná se o „obnažené zbytky neovulkanických komplexů sestávajících z tunelů, intruzí a lávových proudů proložených pyroklastickými materiály a sedimenty, včetně diatomitu a uhlí“.

Diatomitová fosiliferní vrstva o mocnosti asi pěti metrů je součástí tak zvané Bechlejovické stěny, což je velký masiv sestávající mimo jiné z rozličných vulkanických materiálů, lávových proudů, bazaltů a tefritů. Na povrch tato vrstva vystupuje pouze na

západě Bechleovic. Všude jinde je překryta vrstvou bazaltové sutě o různých mocnostech (Kvaček & Walther 2004). Terciérní vrstvy začínající v hloubce okolo 138 m leží na podkladu křídových pískovců. Stáří fosiliferní vrstvy bylo na základě radiometrických měření stanoveno na  $26,81 \text{ Ma} \pm 1,34 \text{ Ma}$ , tedy spadá do období svrchního oligocénu (Bellon *et al.* 1998).

#### 3.2.2.3. Kunderatice u Litoměřic

Naleziště oligocenní flóry se nachází asi 1,2 km severně od obce Kunderatice (obr. 2), v údolí potoku Rytina. Podobně jako u ostatních nalezišť této lokality jsou fosiliferní vrstvy diatomitové, uložené v asi 200 m mocném profilu vulkanoklastického materiálu, který spočívá na svrchnokřídovém podloží. Na povrchu se nachází vrstva alkalických bazaltů. Diatomitová vrstva, jež byla díky hloubení rokle odkryta a umožňuje tak přímý sběr (Kvaček & Walther 1998), je svrchně oligocenního stáří (Bellon *et al.* 1998).

#### 3.2.2.4. Suletice-Berand u Ústí nad Labem

Paleontologické nálezy této lokality pochází z několika výchozů rozmístěných v okolí obce Suletice, která leží východně od Ústí nad Labem (obr. 2). Složitě geologické podloží je součástí komplexu České středohoří a zahrnuje i vrstvy se zuhelnatělým materiálem. Pod svrchním překryvem neovulkanických materiálů (v konkrétním případě lokality Suletice-Berand jsou to převážně šedozelené tufity) se nachází dvě fosiliferní vrstvy diatomitů.

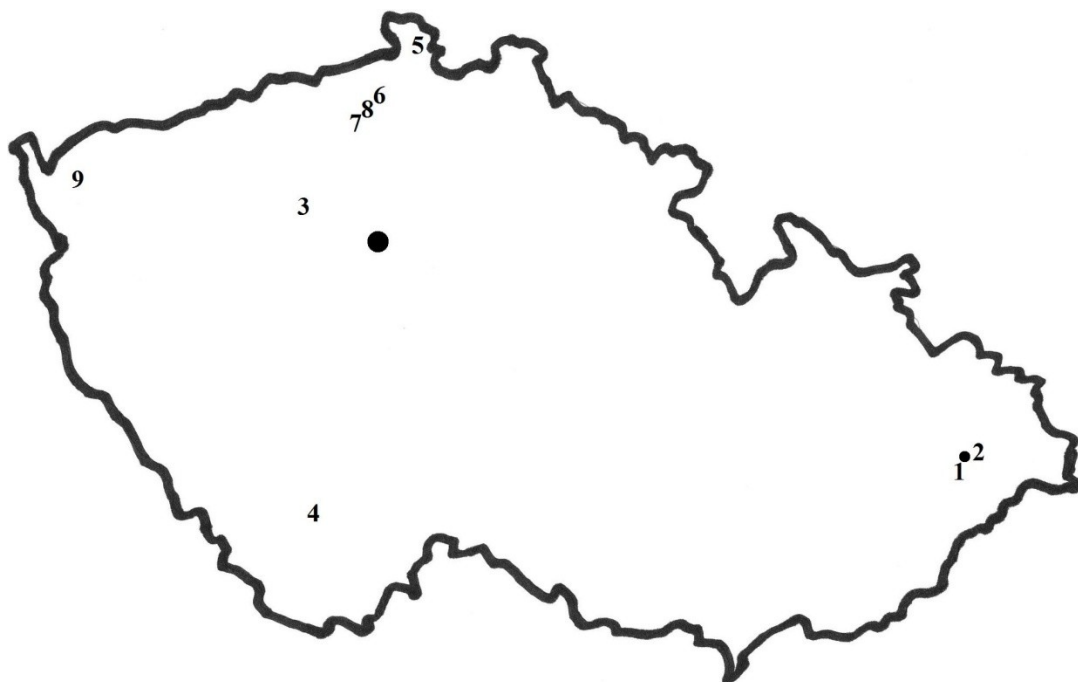
Obě vrstvy oligocenního materiálu jsou díky minulé tektonické aktivitě v různých výkopech vůči sobě v různých pozicích. Svrchní, tedy mladší diatomity mají bělavé zabarvení a mocnost asi 1,5 metru, zatímco spodní fosiliferní vrstva podobného rozsahu je světle hnědá a pochází z ní většina zkoumaných vzorků (Kvaček & Walther 1995).

#### 3.2.3. Františkovy Lázně, Chebská pánev

Chebská pánev je nejvýchodnější lokalitou s terciérními usazeninami na území Českého masivu (obr. 2). Hlavními třemi jednotkami pánve jsou starosedelské souvrství, které je eocenního stáří, cyprisové souvrství miocenního stáří a vildštejnské souvrství stáří pliocenního. Mezi neformální, ale neméně důležité, patří také hlavní lignitová slojka, spodní jílovo-písčité souvrství a spodní lignitová slojka (Kvaček & Teodoridis 2007). Čím více



k západu, tím se základní břidlicové podloží mění na tmavší lignitójílové horniny, které jsou místy prostoupeny pískovcovými vrstvami. Fosilie z této oblasti pochází z koridoru Františkových Lázní, z tmavě šedě zabarvené jílové vrstvy cyprisového souvrství o mocnosti asi 20 metrů. Nálezy jsou stáří spodního miocénu (Bůžek *et al.* 1996).



**Obrázek 2:** Rozmístění lokalit v ČR. 1 – Lom Štrambersk-Kotouč, 2 – Obecní Lom, 3 – Lom Pecínov, 4 – Řídká Blana, 5 – Vrch Hrazený, 6 – Bechlejevici v Děčíně, 7 – Kundratice, 8 – Suletice-Berand, 9 – Františkovy Lázně.

#### 4. ZPŮSOB ZACHOVÁNÍ MECHOROSTŮ VE FOSILNÍM ZÁZNAMU

##### 4.1. Mechorosty jako horninotvorné organismy

Ačkoli mechorosty patří mezi nejdrobnější vyšší rostliny, jejich populace často tvoří rozsáhlé porosty o obrovském objemu. Jako takové se výrazně podepisují nejen na ekologii daného stanoviště, ale odumřelé stélky jsou důležité i pro geologickou a horninotvornou činnost.

#### 4.1.1. Travertin

V trsech některých mechů nebo játrovek rostoucích u minerálních vřidel či u pramenů v kraji s převahou vápencových substrátů dochází k zachytávání a usazování rozpuštěného uhličitanu vápenatého. Zatímco stélky rovnoměrně dorůstají, usazuje se na bázi trsů vysrážený  $\text{CaCO}_3$ . Na některých místech tak vznikají kaskádovité útvary mnohdy i obrovských rozměrů, utvářející zcela nový ráz krajiny. Takto vzniklá pórovitá usazená hornina se nazývá travertin, nebo v závislosti na přesném místě jejího vzniku také sintr, tuf nebo pěnovec. I v polohách holocenního nebo pleistocenního stáří lze na lomu této horniny pozorovat zachovalé stélky mechorostů (mnohdy spolu se zbytky těl jiných vyšších rostlin, které se na vzniku travertinu rovněž mohou podílet). V třetihorních a starších polohách už bývají struktury rekrystalizované a značně poničené.

Travertiny vzniklé z většiny ze stélek mechorostů jsou v českém masivu zachovalé v oblasti Barrandienu (silursko-devonské vápence), nebo ve vrstvách slínů a opuk české křídové pánve.

#### 4.1.2. Rašelina

Rašelina vzniká pozvolným rozkladem stélek mechorostů a některých cévnatých rostlin, nejčastěji v mírném pásmu. Díky překrývání odumírajících vrstev rostlin novými, dochází k přerušení přístupu vzduchu, a tedy k omezení úplného rozkladu rostlinných zbytků. Z těch se pak, je-li prostředí dostatečně vlhké a kyselé, tvoří rašelina. Dokonce i v rašelinách třetihorního stáří lze díky pomalému a neúplnému rozpadu najít zachovalé fragmenty stélek.

Rašeliště rozlišujeme na slatiny a vrchoviště, a to jednak podle geologických podmínek daného místa, jednak dle způsobu napájení zarůstajících prostor vodou.

Slatiny jsou rašeliště vzniklá postupným zarůstáním výrazně podmačených údolních luk, jezírek, tůní, slepých říčních ramen a jiných nádrží, jejichž hlavním zdrojem je draslíkem a vápníkem obohacená podzemní voda. Vegetace složená z porostů cévnatých rostlin (ostřice, sítiny, orobince atd.) prorostlých hustými trsy mechorostů, nejčastěji rodu *Bryum*, se mísí s odumřelým planktonem a případným splachem pískových či jílových částic, a tak postupně zarůstá celé nádrže. Rašelina tedy přibývá ode dna směrem nahoru. Když se nahromadí tolik materiálu, že se celý prostor tvořícího se rašeliště zaneprázdní a nepojímá žádnou další vodu, zarůstají slatiny klasickým lučním porostem.

Vrchoviště vzniká v mírných depresích, nejčastěji podmáčených luk, kde se vršením odumírajícího materiálu vyvyšuje oproti okolnímu terénu. Zásobárnou vody jsou v tomto případě na živiny chudé atmosférické srážky. Rašelina zde vzniká především z rašeliníku (*Sphagnum*), specifického mechu schopného zadržet i mnohonásobně více vody než obsahuje sušiny. To mu umožňují zvláště uzpůsobené buňky ve fyloidech, tzv. hyalocyty. Oproti chlorocytům, buňkám zajišťujícím fotosyntézu, nemají tyto protoplast ani chlorofyl a jsou tedy zcela bezbarvé. Rašeliník je známý svým neukončeným a poměrně rychlým růstem. Zatímco na bázi trsů stélky postupně odumírají a za anaerobních podmínek se mění v rašelinu, na vrchu stále rostou a obnovují se. Za jeden rok narostou až čtyři centimetry nových stélek (Němejc 1963).

#### 4.2. Izolované makroskopické nálezy

Většina makroskopických fosilních nálezů mechorostů na našem území je zachována v podobě někdy částečně zuhelnatělých otisků v diatomitových či jiných horninách. Ty jsou však mnohdy poškozené, překryté, nebo neúplné. Zachovalé stélky bývají sterilní, nebo vidíme jen dílčí části a přesný anatomický a morfologický popis potřebný k taxonomickému zařazení nálezů je tak zcela znemožněn.

Vzhledem k tomu, že většinu života tráví mechorosty v gametofytním stádiu, je i většina nálezů omezena na gametofytní stélky. Ty mají obvykle podobu „radiálně symetrických lodyžek“ se šroubovicovitým rozložením lístků. Výjimku tvoří některé játrovky, jejichž stélky jsou sekundárně dorzoventrálně zploštělé, nebo dokonce pentlicovité, lupenité a podobně. Lístky jsou převážně jednovrstevné, u meků často se středním žebrem.

Vzhledem k potřebě vlhkosti během života, dochází po odumření stélek k jejich rychlé hydrolýze a rozkladu. Přesto jsou ale známy i nálezy z období spodního paleozoika. Již v té době vykazovaly stélky podobné morfologické znaky jako recentní druhy, což dokazuje stálost a pozvolný vývoj skupiny (Němejc 1963).

#### 4.3. Spory

Ve fosilních palynologických spektrů mohou být přítomny i spory některých mechorostů. Ačkoli se práce zabývá především makroskopickými nálezy, uvádím v systematické části pro zajímavost i několik příkladů nálezů spor, jejichž rozšíření i diverzita jsou poměrně hojné.

Výtrusy játrovek jsou vždy jednobuněčné a kulovité, rozšiřující se v tetrádách, které se však brzy rozpadají a jednotlivé spory se zaoblí. Velikost výtrusů játrovek se pohybuje od 5  $\mu\text{m}$  do maximálně 200  $\mu\text{m}$ . Exina, tedy vnější, pro taxonomii velice důležitá, vrstva má různé struktury.

Spory hlevíků mohou být jednobuněčné i více buněčné. Mají kulovitý tvar, velikost od 25 do 80  $\mu\text{m}$ , a na povrchu jsou mnohdy bradavičnaté, ostnité či jinak členité. Dlouhou dobu po uvolnění zůstávají spojené v tetrády, jejichž styčné stěny zůstávají i ve fosilním záznamu strukturované jinak, než zbytek povrchu.

Spory mechů jsou kulovité, ledvinité až vejčité a dosahují velikosti od 5 do 300  $\mu\text{m}$  (průměrně ovšem 10 až 15  $\mu\text{m}$ ). Na povrchu jsou výtrusy různě strukturované, ale jen ve výjimečných případech to lze považovat za taxonomický znak. Styčné stěny tetrad mají pyramidální strukturu (Váňa 2006).

Jelikož se vzorky spor získávají macerací materiálu bez jakékoli návaznosti na makroskopické nálezy, využívá se pro klasifikaci spor zvláštní, tzv. turmální systém (Potonié). Základní hierarchické úrovně v tomto systému jsou (Traverse 2007):

Anteturma – cca na úrovni třídy

Turma – cca na úrovni řádu

Subturma – cca na úrovni čeledi

Infraturma – cca na úrovni rodu

## 5. PŘEHLED NÁLEZŮ FOSILNÍCH MECHOROSTŮ

Nálezy fosilních mechorostů nejsou až tak vzácné, jak by se mohlo na první pohled zdát. Bohužel jsou ve většině případů špatně zachovalé, nebo jde jen o fragmenty sterilních částí rostlin, což zcela znemožňuje jakoukoli přesnou identifikaci. Častým trendem při zařazování nálezů do systému, je snaha připodobnit je k recentním druhům. Až na výjimku několika vymřelých druhů se tato metoda osvědčila, neboť za celou dobu její existence doznala skupina mechorostů jen velmi málo změn. Zástupce podobné recentním známe již z dob mladšího paleofytika (Němejc 1963).

Výčet konkrétních nálezů z území Českého masivu jsem seřadila dle seznamu lokalit, tedy zároveň podle stáří daných vzorků (od nejstaršího po nejmladší). Mikroskopické nálezy uvádím jen stručně, pro nastínění představy o jejich diverzitě, rozmístění a podobně.

## 5.1. Křídové nálezy spor mechů

Anteturma: SPORITES

Turma: HILATES

***Aequitriradites spinulosus* (COOKSON & DETTMANN 1958) COOKSON & DETTMANN 1961**

Podrobné zařazení není vzhledem k povaze zachování spor možné. Vykazují výraznou afinitu k mechům.

Naleziště: lom Štramberk-Kotouč, Obecní lom u Štramberka, lom Pecínov

Truma: TRILETES

Suprasubturma: ACAVATITRILETES

Subturma: CINGULATI

Infraturma: LAEVIGATI

***Stereisporites antiquasporites* (WILSON & WEBSTER 1946) DETTMANN 1963**

Spory *Stereisporites antiquasporites* rovněž vykazují afinitu k mechům.

V materiálu z lomu Štramberk-Kotouč převládají mikroskopické nálezy foraminifer a obrněnek. Zastoupení zde mají i spory kapradin a mechorostů, z nichž dominantní jsou výše uvedené druhy *Aequitriradites spinulosus* a *Stereisporites antiquasporites*.

Na lokalitě Obecní lom u Štramberka ve Slezské jednotce je rovněž poměrně početné zastoupení spor druhů *Aequitriradites spinulosus* a *Stereisporites antiquasporites* (Svobodová *et al.* 2011).

Palynologickému nashromáždění v jednotce č.3 lomu Pecínov dominují spory a pyly skupin tisovcovitých Cupressaceae s.l.), mechorostů a kapradin. Ze zástupců mechorostů jsou to opět především spory *Stereisporites antiquasporites* (Uličný *et al.* 1997), které jsou již popsány výše.

## 5.2. Křídové makroskopické nálezy jätrovek

Třída: HEPATICAЕ nebo ANTHOCEROTAE (Katagiri 2016)

Rod: *Notothylas* SULLIVANT

*Notothylacites filiformis*, NĚMEJC & PACLTOVÁ 1974

1974 *Notothylacites filiformis*, NĚMEJC & PACLTOVÁ

Ačkoli systematické zařazení rodu *Notothylacites filiformis* bylo v roce 2016 diskutováno (některé nálezy z jediné lokality Řídká Blana vykazují částečně i znaky rodu *Anthoceros* GOTT (Katagiri 2016)), spadá v současnosti do rodu *Notothylas*

Popsané stélky jsou široké a třikrát až šestkrát pravidelně vidličnatě větvené. Jednotlivé větve odstupují pod úhlem asi 30° až 60° a jsou úzké (0,4 až 0,8 mm). Kauloidy jsou hladké, bez viditelných jizev či vzduchových komůrek. Poloměr otisku celé stélky je 12 až 16 mm.

Ve vzácných případech bylo na stélce zachováno i sporofytní stadium. Obvykle karbonizované sporogony jsou na krátkém štětu. Tobolky jsou oválné a asi 450 až 500µm dlouhé a 430 až 450µm široké. Otevíraly se nejspíše podélným pukáním (Němec & Kvaček 1975).

## 5.3. Terciérní makroskopické nálezy mechů

Třída BRYOPSIDA sensu lato

Rod: *Muscites*, BRONGNIART 1828

Rod *Muscites* je uměle vytvořeným rodem založeným na podobnosti morfologických znaků. Byl stanoven pro ty fosilní nálezy, které jsou zřejmě mechy, ale jejichž systematická pozice nemůže být, například díky neúplnému zachování, zcela určena (Moisan *et al.* 2012).

Brongniart (1828) uvádí tyto základní znaky:

- Jednoduchý či rozvětvený kauloid
- Fyloidy obvykle bez žebra
- Fyloidy na kauloidu přisedlé, odstávající, překrývající se či kostrbaté

- Tobolka vejčitá či ponořená, ponořená nebo vystoupavá, obvykle s víčkem a viditelnou kalyptrou (čepičkou).

*Hypnum heppii*, HEER 1854 tab. 3, obr. 7.

1854 *Hypnum Heppii* HEER, Heer, str. 28, tab. 3, obr. 7.

1937 *Hypnum lycopoides* WEBER, Weyland, str. 69, tab. 9, obr. 1–3.

1961 *Hypnum heppii* HEER, Knobloch, str. 349, tab. 10, obr. 1.

Nález z lokality vrch Hrazený byl popsán jako monopodiálně větvené otisky sterilního gametofytu. Na stélkách jsou viditelné lístkové přívěsky s méně než 1mm velkými jizvami, které poukazují na existenci středního žebra ve fyloиду.

Sterilní stav a neúplné zachování bez bližších anatomických i morfologických detailů nedovolují jednoznačnou interpretaci, avšak nález nápadně připomíná nálezy popsané Weylandem (1937) jako *Hypnum lycopoides*. Ty pochází z oligocénního naleziště v Rottu a uchované jsou ve sbírkách Geologicko-Paleontologického institutu univerzity v Bonnu (Německo). Dokud nebudou oba nálezy znovu prozkoumány a porovnány, zůstává klasifikace tohoto nálezu stále otevřená (Kvaček *et al.* 2015).

2004 **Bryophyta** sp., Kvaček & Walther, str. 64, tab. 4, obr. 2

Nález z Bechlejovic byl popsán jako trsy sterilních lodyžek listnatých mechů. Početné fyloidy jsou na kauloidu uspořádané ve šroubovici a dosahují délky asi 1mm a šířky okolo 0,4 mm. Protože podobné zbytky jsou v evropském paleogénu extrémně vzácné a nedokonale zachovalé, nelze prozatím provést jakékoli bližší a preciznější zařazení do systému (Kvaček & Walther 2004). Podle popisu podobného druhu ze středního eocénu lokality Eckfeld, se s nejvyšší pravděpodobností se jednalo o epifytní druh (Wilde & Frankenhäuser 1998).

1898 *Hypnum capilarifolium*, Engelhardt, str. 10, tab. 1, obr. 12.

1898 *Hypnum parvifolium*, Engelhardt, str. 10, tab. 1, obr. 26.

1995 **Bryophyta** gen., Kvaček & Walther, str. 30, tab. 1, obr. 2.

Podobně jako na nalezišti v Bechlejovicích, nejsou ve fosilních otiskách mechorostů na lokalitě Suletice-Berand zachované žádné z potřebných anatomických a morfologických

detailů. Všechny nalezené fragmenty stélek jsou sterilní a jednoznačná interpretace tedy prozatím není možná.

1885 *Hypnum Heppii* HEER, Engelhardt, str. 15.

1885 *Hypnum* sp., Engelhardt, str. 15.

1998 **Bryophyta gen.**, Kvaček & Walther, str. 10, tab. 3, fig. 11.

V diatomitech lokality Kundratice u Litoměřic se sice nalézají poměrně hojné otisky stélek mechorostů, ovšem důležité taxonomické znaky nejsou zachovalé. Všechny nálezy jsou sterilní, fragmentované, nebo jinak narušené. Za takových podmínek je tedy přesné určení nemožné (Kvaček & Walther 1998).

#### 5.4. Terciární makroskopické nálezy jätrovek

Třída: MARCHANTIOPSIDA

Řád: MARCHANTIALES

Rod: *Ricciaceae*, REICHENB. 1828

***Riccia* cf. *fluitans***, LINNÉ 1753

1964 *Riccia* cf. *fluitans* (LINNÉ), Oberhel, str. 467, tab. 1, obr. 1 a 2

1996 *Riccia* cf. *fluitans* (LINNÉ), Bůžek, Holý & Kvaček, str. 7

Nálezy z lokality u Františkových Lázní v cyprisové sérii chebské pánve jsou nápadně podobné recentnímu vodnímu druhu *Riccia fluitans*, oproti kterému vykazují jen o něco méně pravidelné větvení (Oberhel 1964).

Stélky nalezených zbytků jsou úzce pentlicovité, několikrát větvené a 0,6 až 1mm široké. Střední žebro zde chybí, stejně jako jakékoli kanálky či jiné útvary. Některé vymacerované fragmenty mají na sobě drobné dutinky (3–4 µm v průměru), které však pravděpodobně vznikly vtisknutím krystalů do vzorku. Nepřítomnost rhizoidů či vzdušných komůrek potvrzují podvodní styl života této jätrovky (Bůžek *et al.* 1996).



## 6. ZÁVĚR

Veškeré informace pro svou práci jsem čerpala z již publikované literatury týkající se tří základních okruhů: nejnovější poznatky v systematice, biologii a ekologii mechorostů, geologie lokalit křídý, paleogénu a neogénu na území Českého masivu a v neposlední řadě samozřejmě nálezy fosilních mechorostů v ČR. Záznamy o nálezech jsem našla celkem na devíti lokalitách, z nichž z šesti jsou známe popisy makroskopických nálezů a ze tří pouze nálezy spor.

V nejstarších křídových uloženinách jsou na území Českého masivu známe především mikroskopické nálezy. V palynologických spektrech tří zkoumaných lokalit (lom Pecínov v české křídové pánvi a lomy Štrambek-Kotouč a Obecní lom u Štramberka ve Vnějších Západních Karpatech, z nichž poslední dvě uvádím pouze pro srovnání celkové diverzity popisovaných druhů) výrazně dominují pouze dva druhy: *Aequitriradites spinulosus* a *Stereisporites antiquasporites*.

Na poslední křídové lokalitě se zkoumanými vzorky z jíloviště v lesním komplexu Řídká Blana u Českých Budějovic, byla z mechorostů popsána jediná, poměrně dobře zachovaná játrovka *Notothylacites filiformis*.

Z terciérních sedimentů cyprisové série u Františkových Lázní v chebské pánvi pochází nálezy další játrovky, která svou anatomií i morfologií připomíná recentní vodní druh *Riccia fluitans*.

Z neovulkanického komplexu Českého středohoří je ze třech zkoumaných lokalit (vrch Hrazený ve Šluknovské pahorkatině, městská čtvrť Bechlejovice v Děčíně, výchoz v potočním údolí u Kundratic na Litoměřicku a silniční zářez v Suleticích u Ústí nad Labem) popsáno několik dalších případů otisků makroskopických stélek pravděpodobně mechů s foliózní stélkou. Podobně je na tom i poslední zkoumaná lokalita z Českého středohoří, vrch Hrazený ve Šluknovské pahorkatině. Odsud pochází jediný zatím zcela určený druh mechu *Hypnum heppii*.

Kvůli špatnému zachování, sterilitě nebo nedostupnosti dalších vzorků je v současné době klasifikace fosilních mechorostů na území Českého masivu velmi obtížná a ve většině případů nedořešená. Kvůli nedostatku dat probíhá určování na principu připodobňování k recentním druhům, nebo ostatním, již pojmenovaným fosilním nálezům ze zbytku světa.

Protože popisované vzorky z popisovaných lokalit se nachází v archivech paleontologických ústavů a muzeí po České republice i v Německu (např. das Rheinische

Landesmuseum Bonn), bude pro případný další výzkum potřeba navázat s těmito ústavy kontakt a sbírky ještě jednou navštívit a podrobněji prozkoumat.

## 7. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- BELLON, H., BŮŽEK, Č., GAUDANT, J., KVAČEK, Z. & WALTHER, H. 1998. The České Středohoří magmatic complex in Northern Bohemia  $^{40}\text{K}$ - $^{40}\text{Ar}$  ages for volcanism and biostratigraphy of the Cenozoic freshwater formations. *Newsletters on Stratigraphy* 36(2–3), 77–103.
- BENNET, R.A. 1965. Observations on the Growth and maturation on the sporophyte of *Tortula muralis* (Hedw.). *Transactions of the Botanical Society of Edinburgh* 40(1), 121–126.
- BRONGNIART, M.A. 1828. *Histoire des végétaux fossiles ou recherches botaniques et géologiques sur les végétaux renfermés dans les diverses couches du Globe*. 136pp. Fortin, Masson & Cie, Paris.
- BŮŽEK, C., HOLÝ, F. & KVAČEK, Z. 1996. Early Miocene flora of Cypris Shale (western Bohemia). *Acta Musei Nationalis Pragae, Series B, Historia Naturalis* 52 (1–4), 1–72.
- CHANG, Y. & GRAHAM, S.W. 2011. Inferring the higher-order phylogeny of mosses (Bryophyta) and relatives using a large, multigene plastid data set. *American Journal of Botany* 98, 839–849.
- COELHO, S.M., PETERS, A.F., CHARRIER, B., ROZE, D., DESTOMBE, C., VALERO, M. & COCK, J.M. 2007. Complex life cycles of multicellular eukaryotes: new approaches based on the use of model organisms. *Gene* 406, 152–170.
- ČECH, S. 2011. Palaeogeography and stratigraphy of the Bohemian Cretaceous Basin (Czech Republic) – an overview. *Geologické výzkumy na Moravě a ve Slezsku* 1 (18), 18–21.
- DURING, H.J. 1979. Life strategies of bryophytes: a preliminary review. *Lindbergia* 5, 2–18.
- ENGELHARDT, H. 1885. Die Tertiärflora des Jesuitengrabens bei Kundratitz in Nordböhmen. *Nova acta Leopoldina* 48, 259–408. (Non vidi)
- ENGELHARDT, H. 1898. Die Tertiärflora von Berand im Böhmischem Mittelgebirge. *Ab. Lotos* 1, 75–123. (Non vidi)
- FORMAN, R.T.T. 1965. A system for studying Moss Phenology. *The Bryologist* 68(3), 289–300.
- GIMINGHAM C.H. & BIRSE, E.M. 1957. Ecological studies on growth-form in Bryophytes: I. Correlations between growth-form and habitat. *Journals of Ecology* 45(2), 533–545.
- GRAHAM, L. 1985. The Origin of the Life Cycle of Land Plants: A simple modification on the life cycle of an extinct green alga is the likely origin of the first land plants. *American Scientist* 73 (2), 178–186.

- GRIMME, A. 1903. Über die Blütezeit deutscher Laubmoose und die Entwicklungsdauer ihrer Sporogone. *Hedwigia* 42, 1–75.
- HEER, O. 1855. *Flora tertiaria helvetiae I*, 101pp. J. Wurster & Compagnie, Zürich.
- JOENJE, W. & DURING, H.J. 1977. Colonisation of a desalinating Wadden-polder by Bryophytes. *Vegetatio* 35 (3), 177–185.
- KALINA, V. & VÁŇA, J. 2005. *Sinice, řasy, houby, mechorosty a podobné organismy v současné biologii*. 606pp. Nakladatelství Karolinum, Praha.
- KATAGIRI, T. 2016. Request for a binding decision on whether Notothylacites Němejc & Pacltová (Anthocerotae or Hepaticae) and Notothylites Chitaley & Yawale (Anthocerotae: Notothyladaceae) are sufficiently alike to be confused. *Taxon* 65 (5), 1184.
- KNOBLOCH, E. 1958. *Terciární flóra Pirskenbergu u Šluknova a její vztah k okolním oblastem*. 114pp. Diploma thesis. Univerzita Karlova, Praha, Česká republika.
- KNOBLOCH, E. 1961. Die oberoligozähne Flora des Pirskenberes bei Šluknov in Nord-Böhmen. *Sborník ústředního ústavu geologického, Paleontologie* 26, 241–315.
- KVAČEK, J., ULÍČNÝ, D., SVOBODOVÁ, M. & ŠPIČÁKOVÁ, L. 2006. Pecínov Clay pit (Bohemia), 60–64. In: Fatka, O. & Kvaček J. *Excursion field guide of the 7th EPCC, září 6–12*.
- KVAČEK, Z. & TEODORIDIS, V. 2007. Tertiary macrofloras of the Bohemian Massif: a review with correlations within Boreal and Central Europe. *Bulletin of Geosciences* 82(4), 383–408.
- KVAČEK, Z., TEODORIDIS, V. & ZAJÍCOVÁ, J. 2015. Revision of the early Oligocene flora of Hrazený hill (formerly Pirskenberg) in Knížecí near Šluknov, North Bohemia. *Acta Musei Nationalis Pragae, Series B, Historia Naturalis* 71 (1-2), 55–102.
- KVAČEK, Z. & WALTHER, H. 1995. The Oligocene volcanic flora of Sulečice-Berand near Ústí nad Labem, North Bohemia – a review. *Acta Musei Nationalis Pragae, Series B, Historia Naturalis* 50 (1–4), 25–54.
- KVAČEK, Z. & WALTHER, H. 1998. The Oligocene volcanic flora of Kunderatice near Litoměřice, České středohoří Volcanic Complex (Czech Republic) – a review. *Acta Musei Nationalis Pragae, Series B, Historia Naturalis* 54 (1–2), 1–42.
- KVAČEK, Z. & WALTHER, H. 2004. Oligocene flora of Bechlejovice at Děčín from the neovolcanic area of the České středohoří Mountains, Czech Republic. *Acta Musei Nationalis Pragae, Series B, Historia Naturalis* 60 (1–2), 9–60.

- MALKOVSKÝ, M. 1987. The Mesozoic and Tertiary basins of the Bohemian Massif and their evolution. *Tectonophysics* 137, 31–42.
- MOISAN, P., VOIGT, S., SCHNEIDER, J.W. & KERP, H. 2012. New fossil bryophytes from the Triassic Madygen Lagerstätte (SW Kyrgyzstan). *Review of Paleobotany and Palynology* 187, 29–37.
- NĚMEJC, F. 1963. *Paleobotanika II*. 523pp. Československá akademie věd, Praha.
- NĚMEJC, F. & KVAČEK, Z. 1975. *Senonian plant macrofossils from the region of Zliv and Hluboká (near České Budějovice) in South Bohemia*. 82pp. Univerzita Karlova, Praha.
- NĚMEJC, F. & PACLTOVÁ, H. 1974. Hepaticae in Senonian of Southern Bohemia. *Paleobotanist* 21, 23–26.
- OBERHEL, J. 1964. Riccia cf. fluitans Linné im Westböhmischem Tertiär. *Věstník Ústředního Ústavu geologického* 39, 465–466.
- REITSCHMIEDOVÁ, E. 2012. *Metody studia biologie epifytických mechorostů*. 37pp. Bc. Thesis, Univerzita Karlova, Praha, Česká republika.
- SCHRÖDER, B. 1987. Inversion tectonics along the western margin of the Bohemian Massif. *Tectonophysics* 137, 93–100.
- STARK, L.R. 2002. Phenology and its Repercussions on the Reproductive Ecology of Mosses. *The Bryologist* 105(2), 204–218.
- SVOBODOVÁ, M., HRADECKÁ, L., SKUPIEN, P. & ŠVÁBENICKÁ, L. 2002. Mikrofosílie z politických uloženin štramberské oblasti (vnější Západní Karpaty). *Zprávy o geologických výzkumech v roce 2001* 35, 105–109.
- SVOBODOVÁ, M., ŠVÁBENICKÁ, L., SKUPIEN, P. & HRADECKÁ, L. 2011. Biostratigraphy and paleoecology of the Lower Cretaceous sediments in the Outer Western Carpathians (Silesian Unit, Czech Republic). *Geologica Carpathica* 62(4), 309–332.
- TRAVERSE, A. 2007. *Palynology, second edition*. 813pp. Springer Science & Business Media, Dordrecht, Nizozemí.
- ULIČNÝ, D., KVAČEK J., SVOBODOVÁ M. & ŠPIČÁKOVÁ L. 1997. High-frequency sea-level fluctuations and plant habitats in Cenomanian fluvial to estuarine succession: Pecínov quarry, Bohemia. *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology* 136, 165–197.
- ULIČNÝ, D. & ŠPIČÁKOVÁ, L. 1996. Response to high frequency sea-level change in a fluvial to estuarine succession: Cenomanian palaeovalley fill, Bohemian Cretaceous Basin, 247–268. In: HOWELL, J.A., AITKEN, J.F. (Eds.), *High Resolution Sequence Stratigraphy: Innovations and Applications*. Geological Society, London, Special Publication 104.

- VÁŇA, J. 2006. *Obecná bryologie*. 187 pp. Nakladatelství Karolinum, Praha.
- WEYLAND, H. 1937. Beiträge zur Kenntnis der rheinischen Tertiärflora II. Erste Ergänzungen und Berichtigungen zur Flora der Blätterkohle und des Polierschiefers von Rott im Siebengebirge. *Palaeontographica, Abteilung B* 83 (1–3), 67–122.
- WILDE, V. & FRANKENHÄUSER, H. 1998. The Middle Eocene plant taphocoenosis from Eckfeld (Eifel, Germany). *Review of Paleobotany and Palynology* 101, 7–28.